

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 13.09.19.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 19.03.21 Bulletin 21/11.

56 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

60 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : SAFRAN Société anonyme — FR.

72 Inventeur(s) : QUEROIS Julie, Denise, GERMAIN
Aurèle Arthur Pierre et MORICONI Clara.

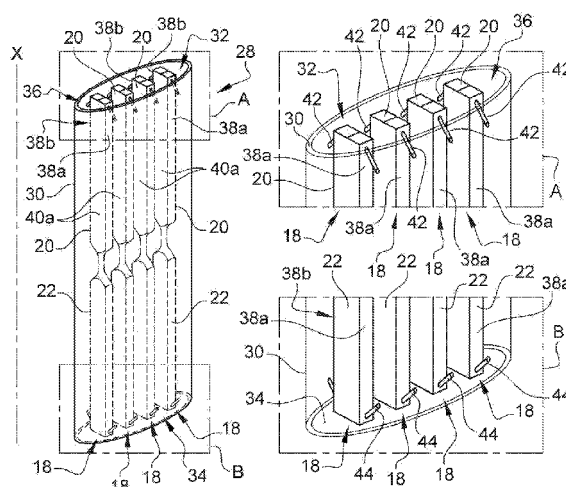
73 Titulaire(s) : SAFRAN Société anonyme.

74 Mandataire(s) : ERNEST GUTMANN-YVES PLASSE-
RAUD SAS.

54 Caractérisation d'une structure lattice.

57 L'invention concerne un Méthode de fabrication d'un ensemble (28) constitué au moins:- d'une éprouvette (18) d'axe longitudinal comprenant une première (20) et une seconde (22) parties de préhension reliées l'une à l'autre par un brin (24) présentant une section transverse de dimension inférieure relativement à la première partie (20) et à la seconde partie (22), - un caisson (30) de protection délimitant intérieurement un logement (32) de réception d'au moins une éprouvette (18), ladite au moins une éprouvette (18) étant disposée à l'intérieur du caisson (30) de protection et étant reliée à une face interne du caisson (30) au niveau de la première partie (20) par une première branche (42) et au niveau de la seconde partie (22) par une seconde branche (44), le procédé comprenant les étapes suivantes : a) Fournir au moins un support de fabrication (48) dudit ensemble (28); b) Obtenir ledit ensemble (28) en fabriquant l'au moins une éprouvette (18), l'au moins un caisson (30) de protection et lesdites au moins deux branches (42, 44) de connexion, d'une seule pièce par fabrication additive fusion sur ledit support de fabrication (48).

Figure à publier avec l'abrégié : Figure 4



Description

Titre de l'invention : Caractérisation d'une structure lattice

Domaine technique de l'invention

[0001] L'invention porte sur la caractérisation des structures lattices réalisables par fabrication additive. En particulier, l'invention porte sur la réalisation d'éprouvette permettant une caractérisation expérimentale de telles structures lattices.

Etat de la technique antérieure

- [0002] Les procédés de fabrication additive permettent aujourd'hui de réaliser des géométries de pièces jusqu'alors irréalisables par les procédés de fabrication traditionnels. En particulier, des géométries fines appelées structures lattices ou structures en treillis se révèlent particulièrement intéressantes pour se substituer entre autres à des structures de type mousse. Les structures lattices permettent ainsi de remplir des fonctions d'amortisseur, de filtre ou encore d'échangeurs thermiques. Elles peuvent être utilisées afin d'alléger les pièces ou pour rechercher des fonctions particulières.
- [0003] Par structure lattice, on entend une structure treillis correspondant à un assemblage de brins métalliques entrecroisés et maintenus les uns aux autres de sorte à former un ensemble rigide et poreux.
- [0004] Un exemple de structure lattice 2 est illustré à la figure 1. Comme on peut le voir, la structure lattice 2 est ici constituée d'un motif élémentaire 6 qui se répète selon trois directions de l'espace, formant alors un réseau tridimensionnel. Les brins métalliques 4 constitutifs du motif 6, sont ordonnés, de sorte à former un volume géométrique élémentaire. Dans l'exemple illustré, le motif 6 est un polyèdre, définissant un volume intérieur creux.
- [0005] Aujourd'hui ces structures sont peu utilisées car il y a peu de connaissances et de méthodes pour établir le comportement des pièces intégrant de telles structures. En effet, il est connu que leur comportement est fortement influencé par le procédé de fabrication, et peut donc différer fortement du comportement théorique attendu.
- [0006] Par ailleurs, il est également connu dans le cas de la réalisation de pièces à géométrie classique, de caractériser ces géométries à l'aide d'éprouvette. En général, ces éprouvettes sont fabriquées avec le même procédé de fabrication que la pièce à caractériser.
- [0007] Dans le cas des structures lattices, afin de caractériser le comportement de la structure dans son intégralité, il est nécessaire de réaliser des micro-éprouvettes représentatives d'un brin de lattice et ce par fabrication additive. Ces micro-éprouvettes doivent donc :
- présenter une portion représentative d'un brin de lattice ;

- être facilement fabriquable par fabrication additive ;
- être adaptées à une machine de traction, notamment aux mors à pinces ;
- être adaptées pour les méthodes de mesures de géométries sans contact.

[0008] Un exemple de géométrie de micro-éprouvettes 8 est illustré à la figure 2. La première micro-éprouvette 8 comprend une première partie 10 et une seconde partie 12 de préhension, reliées l'une à l'autre par un brin de lattice 14. Chaque partie de préhension comprend deux faces opposées 14a, 14b planes, de forme rectangulaire (dans le premier exemple) ou polygonale. Le brin 14 présente une section transversale de dimension très inférieure aux dimensions transverses des première 10 et deuxième 12 parties de préhension. Les parties de traction sont dimensionnées de sorte à être assez grandes pour être maintenues dans des mors de traction.

[0009] La fabrication additive implique une fabrication généralement à la verticale sur un plateau. Ainsi, un défaut de fabrication, lors de la fabrication de micro-éprouvettes, est la déformation du brin du fait que la tête offre une surface importante d'accroche au système d'étalement de poudre lorsque celui-ci se déplace pour étaler les couches de poudre suivante. En pratique, les dimensions de la tête et notamment sa hauteur, au regard de l'épaisseur du brin, sont très importantes et que les déformations sont dues au fait que le brin n'est pas suffisamment rigide pour résister aux contraintes « imposées » par le système d'étalement de poudre lors de son déplacement.

[0010] Quelle que soit la géométrie des micro-éprouvettes 8, les micro-éprouvettes 8 obtenues par fabrication additive présentent systématiquement le même défaut, une déformation du brin à caractériser. Cette déformation est d'ailleurs observable à la figure 2. Les axes X_1 , X_2 , X_3 , X_4 et X_5 représentent des axes avec lesquels les parties de préhension 12 sont alignés. On observe que systématiquement les premières parties de préhension 14 supérieures sont légèrement inclinées par rapport aux secondes parties de préhension 12 inférieures qui est fabriqué en premier sur le support de fabrication.

[0011] L'objet de l'invention est donc de proposer une micro-éprouvette ainsi qu'un procédé de fabrication de la micro-éprouvette, compatible avec la caractérisation d'une structure lattice fabriquée par fabrication additive.

Résumé de l'invention

[0012] Le présent document porte sur un procédé de fabrication d'un ensemble constitué au moins :

- d'une éprouvette, de préférence d'axe longitudinal, comprenant une première et une seconde parties de préhension reliées l'une à l'autre par un brin présentant une section transversale de dimension inférieure relativement à la première partie et à la seconde partie,
- un caisson de protection délimitant intérieurement un logement de réception d'au

moins une éprouvette,

ladite au moins une éprouvette étant disposée à l'intérieur du caisson de protection et étant reliée à une face interne du caisson au niveau de la première partie par au moins une première branche et au niveau de la seconde partie par au moins une seconde branche,

le procédé comprenant les étapes suivantes :

a) Fournir au moins un support de fabrication dudit ensemble ;

b) Obtenir ledit ensemble en fabriquant au moins une éprouvette, au moins un caisson de protection et lesdites au moins deux branches de connexion, d'une seule pièce par fabrication additive.

[0013] Lors d'un tel procédé de fabrication, le caisson joue le rôle de support, permettant, par le biais de la ou les premières branches et de la ou les secondes branches de l'ensemble d'assurer le maintien de la micro-éprouvette, lors de la fabrication. Ainsi, la partie de préhension fabriquée en deuxième, c'est-à-dire positionnée au-dessus de l'autre partie de préhension, est maintenue au moins en partie par le caisson par l'intermédiaire d'une branche, et pas uniquement par le brin de lattice à caractériser.

[0014] L'ensemble est par la suite utilisé, notamment pour le transport des éprouvettes, le caisson associé aux branches, permettant alors de transporter sans risques, les micro-éprouvettes. Un tel caisson permet par conséquent de protéger les géométries fines et fragiles des micro-éprouvettes, lors de la réalisation par fabrication additive et d'assurer leurs intégrités même après leur fabrication.

[0015] Lors de la fabrication, l'ébauche de caisson entourant les ébauches de micro-éprouvettes, permet de protéger ces dernières du passage du système d'étalement par poudre, pouvant être par exemple un racleur ou un rouleau.

[0016] Egalement, lors des manipulations des pièces, notamment lors de la séparation des pièces du support sur lequel les pièces sont fabriquées, le caisson empêche toute déformation pouvant être générée par cette étape de séparation.

[0017] L'au moins une éprouvette peut être fabriquée de manière à ce que la direction longitudinale soit perpendiculaire à un plan P d'extension du support.

Par conséquent, l'éprouvette peut être fabriquée à la verticale du support de fabrication, selon une direction transverse au plan d'extension du support. La fabrication additive implique ainsi qu'une première partie de préhension soit fabriquée, puis le brin de lattice à caractériser, puis la deuxième partie de préhension, ces éléments étant alors alignés selon une direction perpendiculaire au plan P. Grâce au caisson, la fabrication à la verticale sur le support de fabrication peut être réalisée sans risques de déformation de la micro-éprouvette qui est alors maintenue lors de la fabrication par le caisson par les biais des branches.

[0018] Les au moins deux branches de connexion forment un angle avec le plan P compris

entre 30° et strictement 90°, de préférence entre 45° et 90°.

- [0019] Les surfaces qui forment un angle inférieur à 45° sont plus difficilement fabricables. En effet, ces surfaces en surplomb peuvent entrer en collision avec le dispositif d'étalement de poudre. Le diamètre d'une section des branches de connexion peut être compris entre 0,1 et 1 mm.
- [0020] Les première et seconde parties de préhension peuvent comprendre chacune deux faces planes opposées selon une direction perpendiculaire à la direction longitudinale, reliées chacune par au moins une branche de connexion au caisson.
- [0021] Les parties de préhension des faces radiales (par rapport à la direction longitudinale de la micro-éprouvette) sur lesquelles des points de connexion avec les premières et les secondes branches sont établis.
- [0022] De plus, les points de connexion entre des branches de connexion sur les faces opposées peuvent être disposés à une même distance du plan P.
- [0023] Par conséquent les premières branches, disposées sur les faces opposées de la première partie de préhension peuvent être disposées à la même hauteur, permettant alors à la première partie d'être soutenue par le caisson, de part et d'autre de l'axe longitudinal à la même hauteur.
- [0024] Le caisson de protection peut présenter la forme d'un cylindre droit dont une génératrice est parallèle à la direction longitudinale, le caisson étant relié à une base.
- [0025] Le caisson peut être un cylindre elliptique droit. La forme elliptique permet notamment de dimensionner le caisson de l'ensemble au plus proche des micro-éprouvettes contenues dans le caisson. L'objectif est de ne pas fabriquer un caisson trop grand, de sorte de réduire au minimum le temps de fabrication de l'ensemble. Dans le cas d'un caisson cylindrique elliptique, les éprouvettes sont alignées le long de l'axe principal de la section elliptique du caisson de protection. Le caisson peut avoir toute autre forme pour s'adapter aux conditions de fabrication. Notamment la forme hexagonale pour permettre un encastrement optimal de plusieurs caissons sur la plateforme de fabrication.
- [0026] Le caisson de protection peut comprendre au moins un évidement.
- [0027] Cela permet entre autres de réduire la quantité de poudre utilisée et le coût de réalisation d'un tel ensemble. Cela permet également de réduire le temps de fabrication de l'ensemble.
- [0028] Le procédé peut en outre comprendre l'étape suivante :
- Séparer l'ensemble obtenu du support à l'aide d'une pince.
- [0029] Cette étape se retrouve facilitée, dès lors que seule la base du caisson sera à séparer du support de fabrication. Ainsi, il n'y a plus de risques d'altération des éprouvettes lors de cette étape, celles-ci n'étant pas fabriquées en contact direct sur le support.
- [0030] L'ensemble peut comprendre entre 2 et 20 éprouvettes.

Brève description des figures

- [0031] [fig.1] représente une structure lattice ou structure en treillis ;
- [0032] [fig.2] représente des micro-éprouvettes réalisées avec la technique de l'art antérieur ;
- [0033] [fig.3] représente une micro-éprouvette selon l'invention ;
- [0034] [fig.4] représente un ensemble selon l'invention.

Description détaillée de l'invention

- [0035] Il est maintenant fait référence aux figures 3 et suivantes.
- [0036] Le procédé présenté ici vise à fabriquer, en fabrication additive un ensemble métallique.
- [0037] L'ensemble comprend au moins une micro-éprouvette apte à représenter un brin d'une structure lattice. La figure 3 illustre un exemple de micro-éprouvette selon l'invention.
- [0038] L'éprouvette 18 s'étend selon un axe longitudinal X. L'éprouvette comprend une première partie de préhension 20 et une seconde partie de préhension 22. Les première 20 et seconde 22 parties de préhension sont destinées à être maintenues par des mors d'une machine d'essais de traction. Les parties de préhension 20, 22 doivent donc présenter des dimensions longitudinales et transverses (dans une direction perpendiculaire à la direction longitudinale) suffisantes pour assurer le bon maintien de l'éprouvette dans les mors de la machine de traction.
- [0039] Les parties de préhension 20, 22 peuvent avoir des formes identiques. Il s'agit de pavés, s'étendant longitudinalement selon une longueur a supérieure à la fois à la longueur b et largeur c formant les bases rectangulaires, disposées parallèles l'une à l'autre.
- [0040] Ces parties de préhension 20, 22 sont reliées l'une à l'autre par un brin 24 de lattice à caractériser. Une zone de jonction 26, entre les parties de préhension 20, 22 et le brin 24, est de forme générale tronconique, permettant d'éviter la rupture au niveau de la zone de jonction 26 entre les parties de préhension 20, 22 et le brin 24.
- [0041] Le brin 24 présente une section transverse de dimension inférieure relativement à la première 20 et seconde 22 parties de préhension. Ainsi, la partie de jonction 26 présente une première section transverse proche des dimensions de la première 20 et seconde 22 parties de préhension. En d'autres termes, la section transverse est de l'ordre de la longueur c , caractérisant les premières et secondes parties de préhension 20, 22, qui est de l'ordre de 4 mm. La partie de jonction 26 présente également une seconde section transverse de dimensions proches du diamètre du brin à caractériser, qui est de l'ordre de 1 mm.
- [0042] L'ensemble 28 comprend en outre un caisson 30, tel qu'illustré à la figure 4.

- [0043] Il s'agit d'un caisson 30 de protection, délimitant intérieurement un logement 32 de réception, dans lequel une ou plusieurs éprouvettes 18 sont agencées.
- [0044] Dans l'exemple illustré à la figure 3, quatre éprouvettes 18 sont disposées dans le logement 32 du caisson 30 de protection. L'ensemble 28 peut comprendre entre 2 et 20 éprouvettes environ.
- [0045] Le caisson 30 a la forme générale d'un cylindre droit. La génératrice de ce cylindre est parallèle à l'axe X longitudinal selon lequel les éprouvettes 18 s'étendent. Dans l'exemple illustré il s'agit d'un cylindre elliptique droit, c'est-à-dire à section elliptique, dans lequel les éprouvettes 18 sont alignées le long de l'axe principal de l'ellipse. Le caisson 30 comprend une base 34 inférieure, et une ouverture 36 au niveau de la partie supérieure, par laquelle les éprouvettes 18 peuvent être sorties hors du caisson 30. La base 34 s'étend selon un plan P.
- [0046] Le caisson 30 peut comprendre des évidements. En d'autres termes, le caisson 30 peut être évidé par endroit à l'aide d'alvéoles c'est-à-dire de trous, afin de réduire la quantité de poudre métallique à utiliser dans la fabrication du caisson 30.
- [0047] Les première 20 et seconde 22 parties de préhension des éprouvettes 18 comprennent chacune deux faces planes 38a et 38b opposées selon une direction perpendiculaire à l'axe X longitudinal et deux faces planes 40a et 40b opposées selon l'axe X.
- [0048] Les faces 38a et 38b des première 20 et seconde 22 parties de préhension sont reliées à une face interne du caisson 30 par le biais de branches de connexion 42, 44. Les premières branches de connexion 42 relient les premières parties de préhension 20 des éprouvettes 18 contenues dans le caisson 30. Les deuxième branches de connexion 44 relient les secondes parties de préhension 22 des éprouvettes 18 contenues dans le caisson 30.
- [0049] Les branches de connexion 42, 44 peuvent être positionnées à différentes hauteurs, par rapport au plan P, sur les parties de préhension 20, 22 des éprouvettes 18, pour maintenir celles-ci dans le caisson 30. Ces branches 42, 44 sont suffisamment fines pour pouvoir être aisément retirées sans outillage lourd. Ainsi, les branches de connexion 42, 44 ont un diamètre compris entre 0,1 et 1 mm.
- [0050] Les éprouvettes 18 sont disposées de sorte à être alignées le long de l'axe principal des sections elliptiques du caisson 30, et que les faces 38a et 38b s'étendent respectivement dans deux plans parallèles entre eux. Egalement, les faces planes 40a des éprouvettes 18 sont en regard des faces planes 40b de l'éprouvette 18 directement adjacentes dans le caisson 30 (à l'exception des éprouvettes 18 disposées au début et à la fin de l'alignement).
- [0051] Dans l'exemple, les premières parties de préhension 20 sont reliées au caisson 30 par le biais de deux premières branches de connexion 42 et les secondes parties de préhension 22 sont reliées au caisson 30 par le biais de deux secondes branches 44 de

connexion.

- [0052] Ces branches de connexion 42, 44 forment un angle α avec le plan P. L'angle α compris entre 45° et strictement 90° .
- [0053] Des points de connexion 46 entre les branches de connexion 42, 44 et les faces opposées 38a, 38b des premières et secondes parties de préhension 20, 22, assurent donc la liaison entre les branches de connexion 42, 44 et les faces opposées 38a, 38b.
- [0054] Ces points de connexion 46, pour chaque partie de préhension 20, 22, sont disposés à une même distance du plan P, de sorte que les branches de connexion 42, 44 sont disposées à la même hauteur, et sont symétriques par rapport à l'axe X.
- [0055] Le présent document porte sur le procédé de fabrication d'un tel ensemble. La fabrication est
- [0056] La première étape consiste à fournir au moins un support 48 de fabrication dudit ensemble 28. Il s'agit d'un support 48 s'étendant dans le plan P, sur lequel l'ensemble 28 est fabriqué.
- [0057] L'ensemble 28 est fabriqué à la verticale, sur le support 48, telles que la ou les éprouvettes 18 sont fabriquées de manière à ce que leur direction longitudinale selon l'axe X soit perpendiculaire à un plan P d'extension.
- [0058] La deuxième étape consiste à obtenir l'ensemble 28 en fabriquant la ou les éprouvettes 18, le caisson 30 de protection et les premières 42 et secondes 44 branches de connexion, d'une seule pièce par fabrication additive sur le support 48 de fabrication.
- [0059] Par fabrication additive, on entend par exemple le procédé de fusion sélective sur lit de poudre également connu sous les noms anglais de « *laser beam melting* » ou « *Electron Beam Melting* ».
- [0060] Ce procédé consiste à fabriquer l'ensemble 28 par fusion de couches successives de poudre au moyen d'un faisceau laser ou d'un faisceau d'électrons commandé par un système de traitement de l'information dans lequel on a enregistré les coordonnées tridimensionnelles des points des couches successives à réaliser. De façon pratique, on dispose sur le fond d'une cuve formé par le support 48 mobile en translation verticale, une première couche de poudre à l'aide d'un racleur. La couche présente alors une surface inférieure correspondant à la surface supérieure du plateau et une surface supérieure sur laquelle est dirigé et déplacé le faisceau laser ou le faisceau d'électrons. L'énergie apportée par ce faisceau provoque la fusion locale de la poudre qui, en se solidifiant, forme une première couche de l'ensemble 28.
- [0061] Après formation de cette première couche, le support 48 est descendu d'une distance correspondant à l'épaisseur d'une couche, puis une seconde couche de poudre est amenée par le racleur sur la couche précédente. De la même manière que précédemment, une seconde couche de la pièce métallique est formée par fusion à l'aide

du faisceau laser ou du faisceau d'électrons. Ces opérations sont répétées jusqu'à fabrication complète de l'ensemble 28.

- [0062] L'ensemble 28 est donc monobloc, les différents éléments constitutifs de l'ensemble 28 sont ainsi fabriqués lors de la même opération de fabrication additive.
- [0063] La troisième étape consiste ensuite à séparer l'ensemble 28 obtenu du support. La base 34 inférieure du caisson 30 est la seule partie de l'ensemble 28 en contact avec le support 48. Ainsi, un outil permet de décoller cette partie du support 48. Cela permet donc d'éviter toutes déformations des éprouvettes 18 lors de la séparation avec le support 48.
- [0064] L'ensemble 28 est donc conservé tel quel, de sorte que les éprouvettes 18 sont protégées par le caisson 30 lors de la fabrication, mais également lors du transport.
- [0065] La géométrie et les dimensions du caisson 30 de protection permet de protéger et de maintenir les éprouvettes 18 (lors de la fabrication, la manipulation et le transport), de dépoudrer facilement l'ensemble 28 et de fabriquer en un temps minimum le caisson 30.
- [0066] La largeur des éprouvettes 18 est réduite, par rapport aux éprouvettes existantes, de sorte à permettre une acquisition par tomographie précise sans engendrer des temps d'acquisitions trop importants.

Revendications

- [Revendication 1] Méthode de fabrication d'un ensemble (28) constitué au moins :
- d'une éprouvette (18) de préférence d'axe longitudinal, comprenant une première (20) et une seconde (22) parties de préhension reliées l'une à l'autre par un brin (24) présentant une section transversale de dimension inférieure relativement à la première partie (20) et à la seconde partie (22),
 - un caisson (30) de protection délimitant intérieurement un logement (32) de réception d'au moins une éprouvette (18),
- ladite au moins une éprouvette (18) étant disposée à l'intérieur du caisson (30) de protection et étant reliée à une face interne du caisson (30) au niveau de la première partie (20) par au moins une première branche (42) et au niveau de la seconde partie (22) par au moins une seconde branche (44),
- le procédé comprenant les étapes suivantes :
- a) Fournir au moins un support de fabrication (48) dudit ensemble (28) ;
 - b) Obtenir ledit ensemble (28) en fabriquant l'au moins une éprouvette (18), l'au moins un caisson (30) de protection et lesdites au moins deux branches (42, 44) de connexion, d'une seule pièce par fabrication additive fusion sur ledit support de fabrication (48).
- [Revendication 2] Procédé selon la revendication 1, dans lequel :
- ladite au moins une éprouvette (18) est fabriquée de manière à ce que la direction longitudinale soit perpendiculaire à un plan P d'extension du support (48).
- [Revendication 3] Procédé selon la revendication 2 dans lequel lesdites au moins deux branches de connexion (42, 44) forment un angle α avec le plan P compris entre 45° et strictement 90° .
- [Revendication 4] Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le diamètre d'une section des branches de connexion (42, 44) est compris entre 0,1 et 1 mm.
- [Revendication 5] Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel lesdites première (20) et seconde (22) partie comprennent chacune deux faces (38a, 38b) planes opposées selon une direction perpendiculaire à la direction longitudinale, reliées chacune par une branche de connexion (42, 44) au caisson (30).
- [Revendication 6] Procédé selon la revendication 4, dans lequel des points de connexion entre des branches de connexion (42, 44) sur les faces opposées (38a,

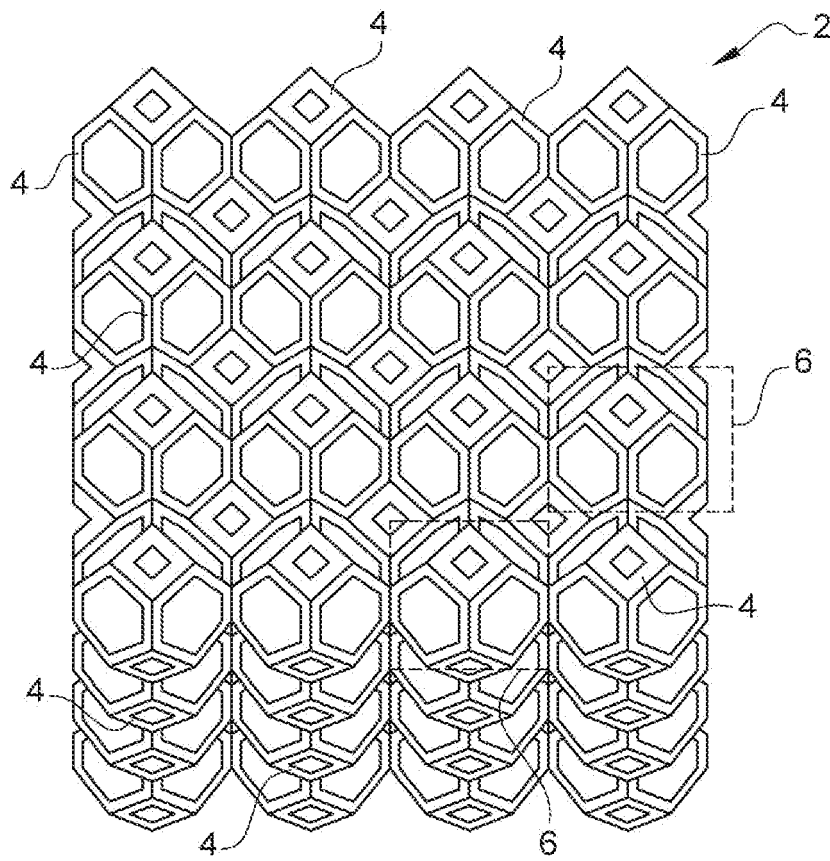
38b) sont disposés à une même distance du plan P.

[Revendication 7] Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le caisson (30) de protection présente la forme d'un cylindre droit dont une génératrice est parallèle à la direction longitudinale, le caisson (30) étant relié à une base.

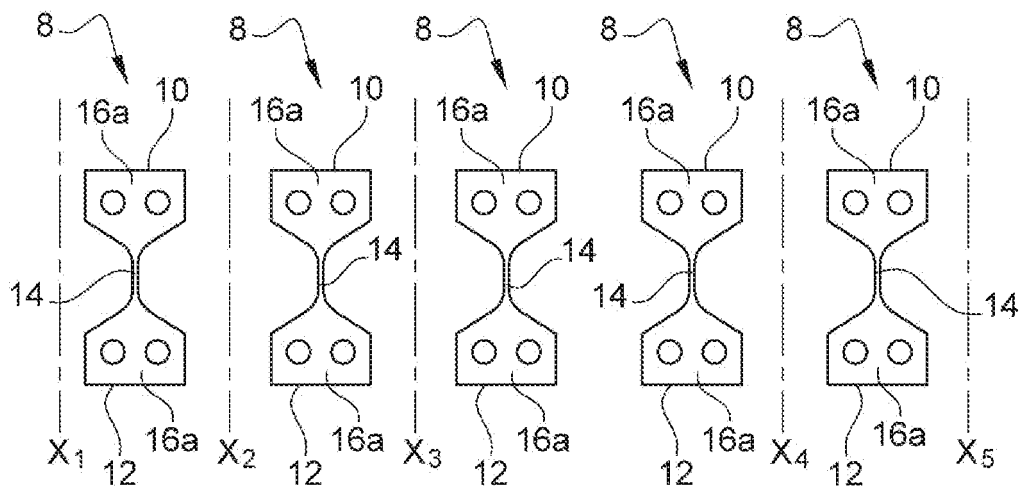
[Revendication 8] Procédé selon la revendication 7, dans lequel le caisson (30) est un cylindre elliptique droit.

[Revendication 9] Procédé selon l'une des revendications précédentes dans lequel l'ensemble (28) comprend entre 2 et 20 éprouvettes (18).

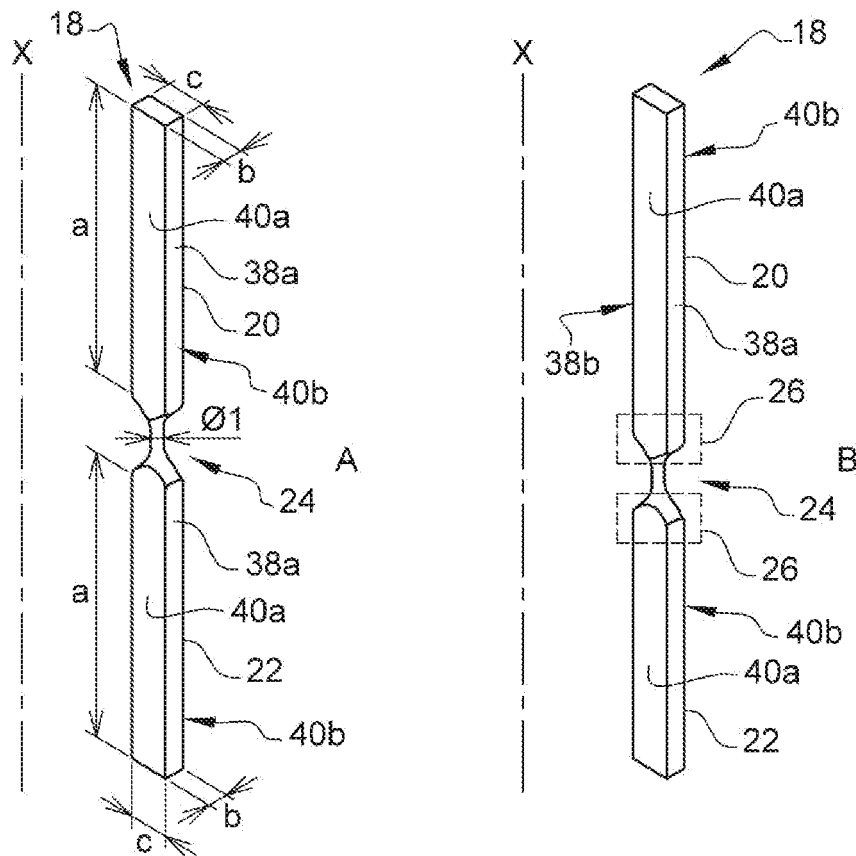
[Fig. 1]



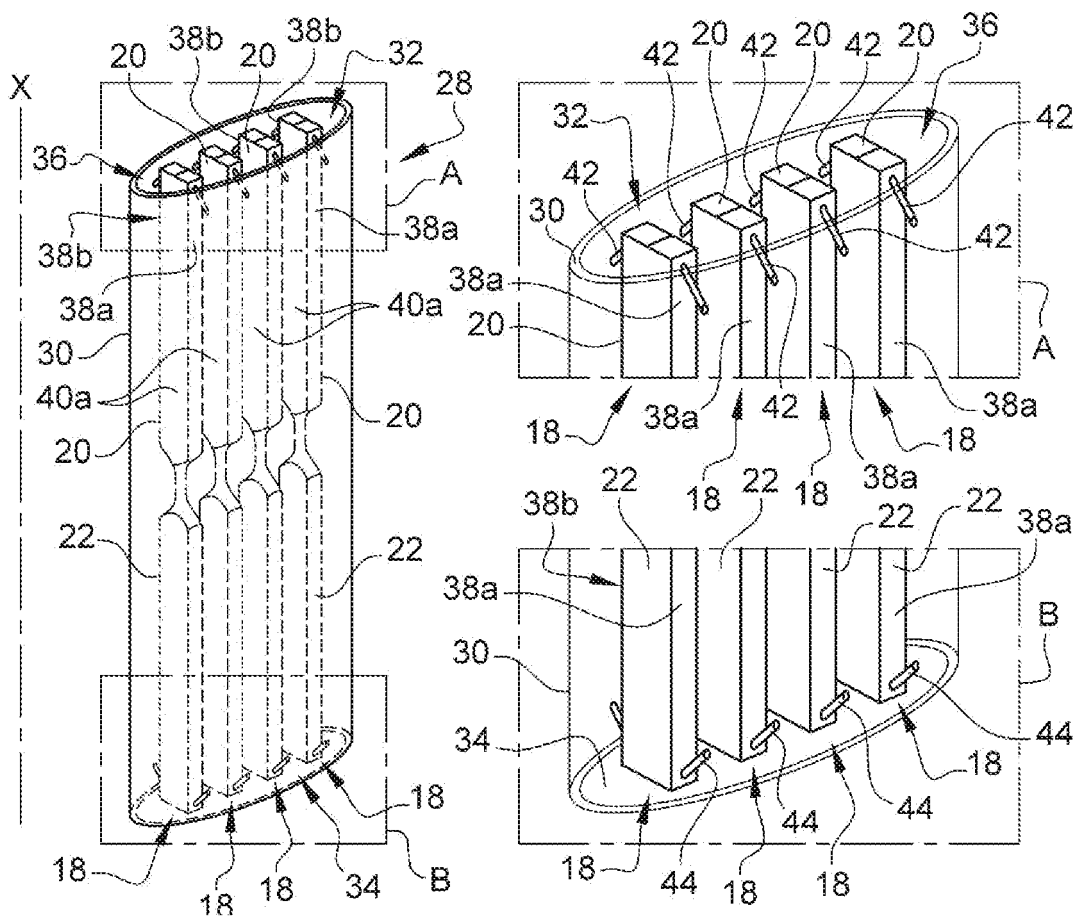
[Fig. 2]



[Fig. 3]



[Fig. 4]



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 873060
FR 1910158

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	US 9 109 979 B2 (DIETRICH DAVID M [US]; HAYES MICHAEL W [US]; BOEING CO [US]) 18 août 2015 (2015-08-18) * figures 1,2,15, 19, 20 * * alinéa [0005] * * alinéa [0042] - alinéa [0046] * * revendications 1,7,12, 13 * * abrégé *	1-9	B22F3/105 B22F5/00 B33Y10/00 B33Y80/00
A	----- RECEP M. GORGULUARSLAN ET AL: "A Multilevel Upscaling Method for Material Characterization of Additively Manufactured Part Under Uncertainties", JOURNAL OF MECHANICAL DESIGN, vol. 137, no. 11, 12 octobre 2015 (2015-10-12), XP055667230, US ISSN: 1050-0472, DOI: 10.1115/1.4031012 * le document en entier * * figure 1 *	1-9	
A	----- SANG-IN PARK ET AL: "Effective mechanical properties of lattice material fabricated by material extrusion additive manufacturing", ADDITIVE MANUFACTURING, vol. 1-4, 23 juillet 2014 (2014-07-23), pages 12-23, XP055670232, NL ISSN: 2214-8604, DOI: 10.1016/j.addma.2014.07.002 * le document en entier *	1-9	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) B22F B29D B33Y
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
26 février 2020		Godino Martinez, M	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1910158 FA 873060

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 26-02-2020

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication	
US 9109979	B2	18-08-2015	EP 2420815 A2	22-02-2012
			US 2011137578 A1	09-06-2011
			US 2015308935 A1	29-10-2015
